

## ⑪ 公開特許公報 (A)

平2-248096

⑤Int.Cl.

H 01 S 3/18

識別記号

序内整理番号

⑥公開 平成2年(1990)10月3日

7377-5F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑦発明の名称 垂直入出力型光ノード

⑧特 願 平1-67519

⑨出 願 平1(1989)3月22日

⑩発明者 半田 祐一 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
 ⑪出願人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 ⑫代理人 弁理士 若林 忠

## 明細書

## 1. 発明の名称

垂直入出力型光ノード

## 2. 特許請求の範囲

1. 半導体レーザ構造が用いられ、入力された光信号を增幅して出力する光ノードにおいて、

光増幅を行なう活性層となる導波路層の一部に形成され、該導波路層の積層方向である垂直上方より入射された光を反射させて該導波路層へ入射させる構造の第1および第2の全反射ミラーと、

前記第1および第2の全反射ミラーの上部の同一面にそれぞれ形成され、上方に向かって径が大となる円錐台状の第1および第2のガイドホールと、

前記第1および第2のガイドホール底面部にそれぞれ形成された反射防止膜とを具備し、

前記第1および第2の全反射ミラーの各々は、その傾斜面が他方のものに向かって形成され、垂直上方より入射された光が前記導波路層を通って他方の全反射ミラーによって外部へ出射されるよ

うに傾けられて形成されていることを特徴とする垂直入出力型光ノード。

2. 請求項1記載の垂直入出力型光ノードにおいて、

波長多重化された信号光の送受信を行なうため、送信用レーザ、波長分波器、光検出器と一緒に形成されていることを特徴とする垂直入出力型光ノード。

3. 請求項1記載の垂直入出力型光ノードにおいて、

先端が丸められた形態の先端光ファイバが、ガイドホールにその先端が当接するかたちで固定されていることを特徴とする垂直入出力型光ノード。

4. 請求項1記載の垂直入出力型光ノードにおいて、

球レンズがガイドホールに当接するかたちで固定されていることを特徴とする垂直入出力型光ノード。

3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、半導体基板面の垂直方向にて光の入出力が行なわれる光増幅部を具備する光ノードに関する。

## (従来の技術)

光情報伝送において、各端末には光信号の授受を行うため光ノードが用いられ、送受信および光増幅などの動作を行っている。従来このような光ノードの構成例として第8図に示す様に、基板のへきかい端面から光ファイバを用いて入出力する方法が行なわれていた。ここで、101はGaAs基板、102はレーザ増幅部を含む光導波路層、103、104は先端を球状に加工した先球光ファイバである。第8図では簡単化のため、光ノードに含まれる送信部、受信部などの光デバイスは省略し、光増幅部のみを表現している。

これらの光ファイバ103、104の入出力端は、数μmの精度でのアライメントが必要であり、種々の固定方式が提案されている。代表的なものとして、

る。

## (課題を解決するための手段)

本発明の垂直入出力型光ノードは、

半導体レーザ構造が用いられ、入力された光信号を増幅して出力する光ノードにおいて、

光増幅を行なう活性層となる導波路層の一部に形成され、該導波路層の積層方向である上方より入射された光を反射させて該導波路層へ入射される溝状の第1および第2の全反射ミラーと、

第1および第2の全反射ミラーの上部の同一面上にそれぞれ形成され、上方に向かって径が大となる円錐台状の第1および第2のガイドホールと、

第1および第2のガイドホール底面部にそれぞれ形成された反射防止膜とを具備し、

第1および第2の全反射ミラーの各々は、その傾斜面が他方のものに向かって形成され、垂直上方より入射された光が導波路層を通って他方の全反射ミラーによって外部へ出射されるように傾けられて形成されている。

この場合、波長多重化された信号光の送受信を

(1) 米国特許4601535に開示されているもののように紫外線硬化剤で固定する。

(2) Si基板V溝ガイドを用いる。

(3) Si基板ホールを用いる。

などの方法がある。

## (発明が解決しようとしている課題)

しかしながら上記従来例では、入力部および出力部の2箇所で光ファイバの端面接続を行う必要がある。このため複雑なアライメント治具を必要とし、Si基板V溝またはホールを用いたとしても高効率のカップリングを実現するのは極めて困難であった。このアライメントの困難さは、デバイスの歩留りを著しく下げる原因となっていた。

さらに光増幅器を含む光ノードでは、一般に入出力端面には無反射コート(ARC)を各端面に施す必要があり、プロセス工程の複雑化のため、やはりデバイスの歩留りを下げる要因となっていた。

本発明はアライメントを行なうことや製造することを容易とすることができる、歩留りを向上することのできる光ノードを実現することを目的とす

行なうため、送信用レーザ、波長分波器、光検出器と一緒に形成してもよく、

また、先端が丸められた形態の先球光ファイバを、ガイドホールにその先端が当接するかたちに固定してもよい。

さらに、球レンズがガイドホールに当接するかたちに固定してもよい。

## (作用)

他のノードより送られてきた信号光は、一方のガイドホールおよび全反射ミラーを通って増幅され、他方の全反射ミラーおよびガイドホールを通ってさらに他のノードへ送られる。この場合、アライメントを行なうことは円錐台状に形成されたガイドホールを利用することにより容易となる。上記のように先球光ファイバや球レンズを使用するときには、これらを当接する位置まで押し込むことにより光軸調整は完了することになる。この場合、これらが導波路層に形成された全反射ミラー上で結像を行なうようにガイドホールや光球光ファイバおよび球レンズの径を設計す

ば光ノードとしての結合効率も向上する。また、入出力端面となるガイドホールの底面部に形成される反射防止膜は同一面であるので、これらを形成することは一度の工程にて行なうことができる。

#### (実施例)

第1図は本発明の第1の実施例の構成を示す断面図、第2図および第3図は本実施例中の全反射ミラー $5_1$ 、 $5_2$ の構造を説明するための図である。

図において、1はn型GaAsである基板、2、4はそれぞれn型およびp型AlGaAsであるクラッド層、3は多量子井戸(MQW)からなり、光増幅を行なう活性層を兼ねた導波路層である。12はp型GaAsキャップ層、6および7は上面および下面のAu電極である。 $5_1$ 、 $5_2$ は導波路層3への入出力を垂直上面から可能にするため垂直上面から入射された光が導波路層3の内部に向かうようにその傾斜面が他方のものに向かって約45°に傾けてそれぞれ設けられた2個の全反射ミラーである。このような全反射ミラー $5_1$ 、 $5_2$ は、フォトリソによっ

てレジストマスクを形成した後、反応性イオンビームエッティング(RIBE)によって作製できるものや、集束性イオンビーム(Ga+イオン等)による直接エッティングによって作製できるものなどがあり、第2図に示すように垂直へき開面から導波層21に入射された光を45°斜面に形成された全反射ミラー22を用いて折り返すもの(Z.L.Liau et al. : "Surface-emitting GaInAsP/InP laser with low threshold current and high efficiency" Appl. Phys. Lett. 46, 2, pp.115 ~ 117 (15 Jan. 1988))や第3図に示すように45°ミラー面を構型スリット状に形成した全反射ミラー32を利用するもの(W.C.Wu et al. : "Surface emitting laser diode with bent double heterostructure" presented at CLEO '87 pp. 115 ~ 117 (1985))などが従来より知られている。全反射ミラー $5_1$ 、 $5_2$ 上面にはエレクトロニックビーム(EB)蒸着によって酸化ジルコニウム(2r0x)の無反射コーティングが施され、進行波型の光増幅器として動作することと垂直方向への

入出力が可能となっている。

導波路層3の上面にはポリイミド11がスピンドルコートによって約100μm堆積されており、かつ全反射ミラー $5_1$ 、 $5_2$ の上部にあたる入出力ポート部分には、フォトリソによるマスクを用いた反応性イオンエッティング(RIE)によって台形状のガイドホール $8_1$ 、 $8_2$ が形成されている。これらのガイドホール $8_1$ 、 $8_2$ より入出力される光を導波する先端光ファイバ $9_1$ 、 $9_2$ の先端径は各ガイドホール $8_1$ 、 $8_2$ と適合されるが、このときの適合寸法を精度良く設定することによって、入出力結合が最適となる先端光ファイバ $9_1$ 、 $9_2$ -導波路層3の間隔とすることができます。

第4図は本実施例の上面図、第5図は本実施例を光の進行方向から見た場合の断面図である。

本実施例の導波路層3は、図示するように横方向に光閉じ込めを行なうリッジ型チャンネル導波路とされている。このため、その上部にはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>である絶縁層14が形成されている。また、導波路層3の入出力部分となるガイドホール $8_1$ 、 $8_2$ の底

部には光損失をさけるための無反射コーティング $10_1$ 、 $10_2$ が設けられている。これらの無反射コーティング $10_1$ 、 $10_2$ は、キャップ層12の一郎を選択エッティングによって部分的に除去した後の、透明なクラッド層4の上面に設けられている。

以上のように構成された本実施例の動作について説明する。

本実施例のものは、電極6、7間に電流が注入された状態のときに導波路層3において光増幅を行なうものであるが、導波路層3の端面等から入射される外乱光は、各全反射ミラー $5_1$ 、 $5_2$ によって導波路層3の増幅領域に侵入することができないので、本実施例のものにおいて増幅される光は一方の先端光ファイバ $9_1$ によって入力され、全反射ミラー $5_1$ によって折り返されたもののみとなる。この光は増幅された後に、全反射ミラー $5_2$ によって再び折り返され、他方の先端光ファイバ $9_2$ へ出力される。

なお、各全反射ミラー $5_1$ 、 $5_2$ は作製精度によっては傾き角が45°よりずれることが予想される

が、この場合には、各先端光ファイバ $g_1$ 、 $g_2$ の軸を傾けて所望の出射方向に合わせればよく、各ガイドホール $8_1$ 、 $8_2$ の調整範囲内で可能となる。

また、先端光ファイバ $g_1$ 、 $g_2$ の固定はデバイス外部の治具によって固定する方法やガイドホール $8_1$ 、 $8_2$ の部分に紫外線硬化剤を用いて固定する方法などが適用できる。

第6図は本発明の第2の実施例であり、特願昭63-251453に開示されているような波長多重型光集積ノードに応用した例の上面図である。

本実施例は他のノードから送られてくる波長多重化された光信号のうち、特定波長の信号光を受信するとともに、該波長多重化された光信号を増幅し、さらに生成した信号光を重複して他のノードへ送出するものである。

光信号の送受および増幅を行なう構造としては本発明の構造が用いられ、信号光を生成する構造としては2個の分相反射型(DBR)レーザ $60_1$ 、 $60_2$ が用いられ、特定波長の信号光の受信する構造としては、2個のグレーティング $61_1$ 、 $61_2$ および2

個の光検出器 $62_1$ 、 $62_2$ が用いられている。これらの構成部品のうち、本発明の構造を用いた光増幅部や2個のグレーティング $61_1$ 、 $61_2$ はT字状の導波路上に形成され、2個のDBRレーザはY字状の導波路上に形成されている。これら2つの導波路はV字状の構によるカプラ $64$ により結合を行なっている。光増幅部の構造としては第1図に示した第1の実施例と同様である。ガイドホール(不図示)、ARコート $65_1$ を通り、45°傾けられた全反射ミラー $66_1$ によって反射された光信号は、光増幅を受けた後に全反射ミラー $66_2$ によって反射し、ARコート $65_2$ および他方のガイドホール(不図示)を通って外部へ出射される。

第7図は本発明による第3の実施例の構成を示す断面図である。

本実施例の構造は第1の実施例とほぼ同様に45°傾けられた全反射ミラーを有する進行波型光増幅器に構成されたもので、入出力のガイドホール $71_1$ 、 $71_2$ にそれぞれ球レンズ $72_1$ 、 $72_2$ をはめ込んだものである。球レンズ $72_1$ 、 $72_2$ のはめ込まれ

る位置は、その焦点位置が光増幅を行なう導波路の位置と一致するように、ガイドホール $71_1$ 、 $71_2$ の形状は精度よく加工されている。球レンズ $72_1$ 、 $72_2$ はガイドホール $71_1$ 、 $71_2$ の内周のつきあつた部分でとまり、紫外線硬化剤等で固定される。

本実施例のものにおいては、球レンズ $72_1$ 、 $72_2$ を用いることにより、垂直上方から入射された光を効率良く光増幅を行なうことができた。

上述の各実施例において、他方のものに向かって45°傾けられて設けられる全反射ミラーは、作製する際に角度ずれが生じることがある。この場合、通常のレーザ共振器として使用される場合には、反射率の低下をまねき、レーザ特性のバラつきを招来するものであるが、本発明の特徴である半導体レーザ構造の光増幅器(進行波型レーザアンプ)への応用に対しては反射率を低く押さえる必要があり、角度ずれによる反射率の低下はほとんど問題になるものではない。

(発明の効果)

本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

請求項1に記載のものにおいては、入出力部が上部に形成されたガイドホールとなるので、信号光の入出力を行なう際のアライメントが極めて容易なものとなる。また、入出力部に施すARコートを一度の工程で行なうことができ、特性も揃ったものになる。さらに、ガイドホールの作製を含めたすべての工程をブレーナ技術を用いて行なうことができるので、歩留りを向上させることができるとともにデバイスの検査あるいは実装をウェーハ単位で行なうことが可能となり、生産性を高めることができる効果がある。

請求項2に記載のものにおいては、上記効果を有する波長多重型集積光ノードを実現することができる効果がある。

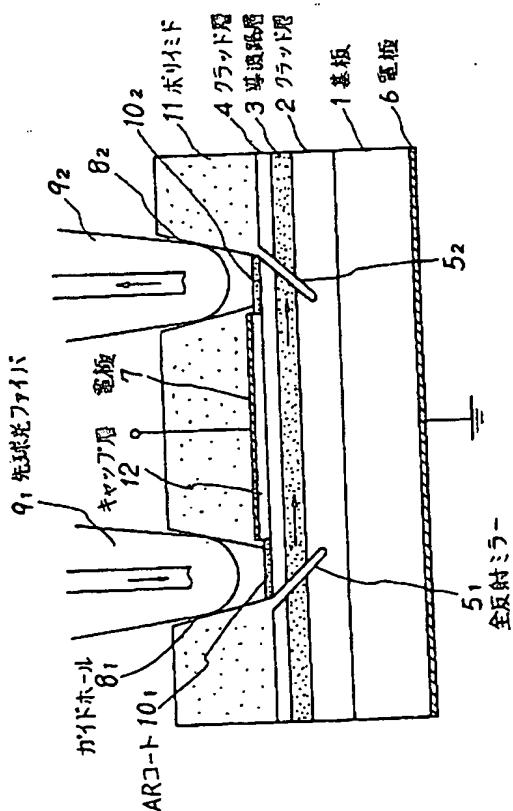
請求項3に記載のものにおいては、上記効果に加え、光ファイバを導波してきた光に対してのみ、結合効率良く増幅を行なうことができる効果がある。

請求項4に記載のものにおいては、上記効果に加え、ガイドホールの上方から入射される光のすべてに対して結合効率良く増幅を行なうことができる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の構成を示す断面図、第2図および第3図は第1の実施例中の全反射ミラーの構造を説明するための図、第4図は第1図の実施例の上面図、第5図は第1の実施例を光の進行方向から見た場合の断面図、第6図および第7図はそれぞれ本発明の第2および第3の実施例を示す図、第8図は従来例を示す図である。

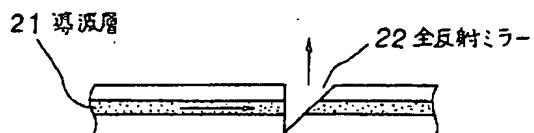
- 1 ..... 基板、
- 2, 4 ..... クラッド層、
- 3 ..... 导波路層、
- 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 22, } ..... 全反射ミラー、  
32, 60<sub>1</sub>, 65<sub>2</sub>
- 6, 7 ..... 電極、
- 8<sub>1</sub>, 8<sub>2</sub>, } ..... ガイドホール、  
71<sub>1</sub>, 71<sub>2</sub>



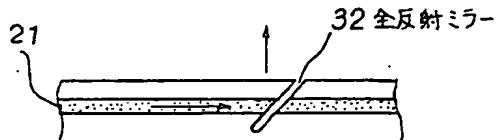
第1図

- 9<sub>1</sub>, 9<sub>2</sub> ..... 先端光ファイバ、
- 10<sub>1</sub>, 10<sub>2</sub>, } ..... ARコート、  
65<sub>1</sub>, 65<sub>2</sub>
- 11 ..... ポリイミド、
- 12 ..... キャップ層、
- 14 ..... 隔熱層、
- 22 ..... 导波層、
- 60<sub>1</sub>, 60<sub>2</sub> ..... DBRレーザ、
- 61<sub>1</sub>, 61<sub>2</sub> ..... グレーティング、
- 62<sub>1</sub>, 62<sub>2</sub> ..... 光検出器、
- 63 ..... 光増幅部、
- 84 ..... カプラ、
- 72<sub>1</sub>, 72<sub>2</sub> ..... 球レンズ。

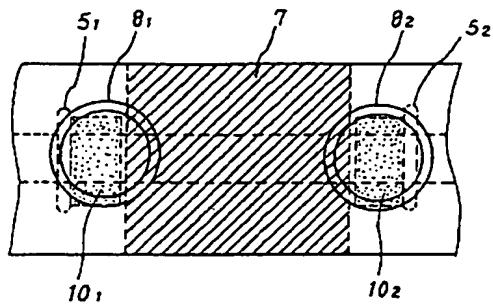
特許出願人 キヤノン株式会社  
代理人 若林忠



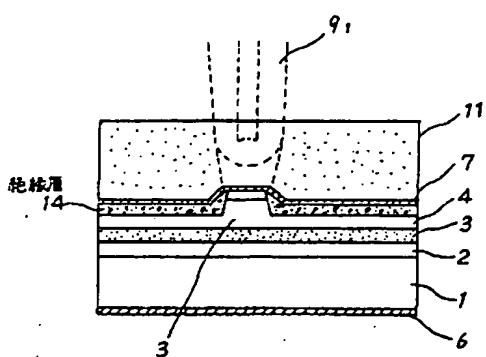
第2図



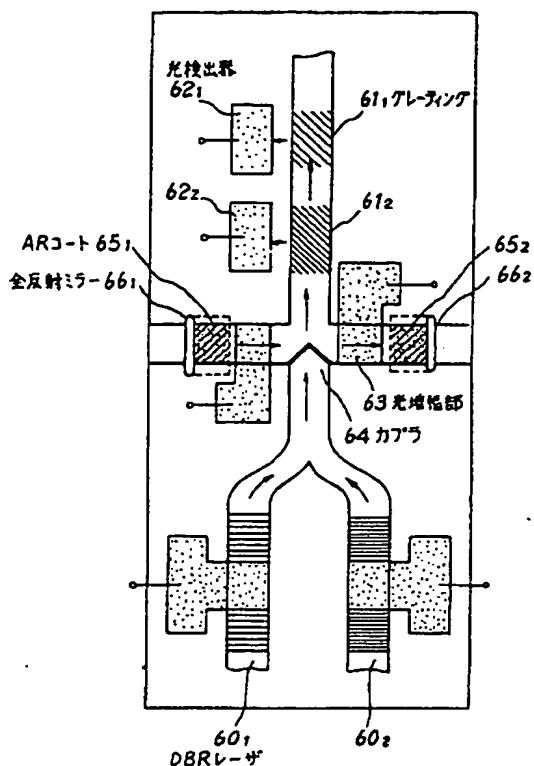
第3図



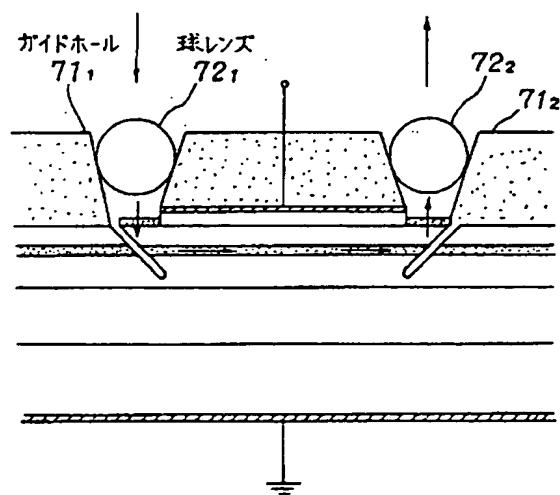
第4図



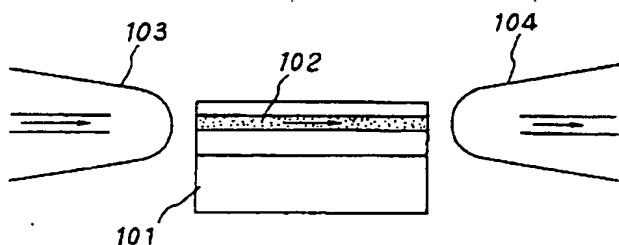
第5図



第6図



第7図



第8図